

# 0713 号台风韦帕路径预报难点分析

刘爱鸣<sup>1</sup> 林 毅<sup>1</sup> 黄美金<sup>1</sup> 王怀俊<sup>2</sup>

(1. 福建省气象台, 福州 350001; 2. 福建省气象科技服务中心)

**提 要:** 0713 号台风韦帕各家都预报在台湾岛北部海上北折, 在  $120^{\circ}\text{E}$  以东向偏北方向移动, 与台风实际在浙闽交界处登陆后在  $120^{\circ}\text{E}$  以西转向北上路径存在较大误差。为认识这种预报偏差的原因, 应用各种资料对影响台风韦帕北折的可能原因进行探讨。指出: (1) 欧洲气象中心天气形势预报误差较大, 西风槽底预报比实况偏南, 是本次台风路径转折预报失误的主要原因。(2) 欧亚 500hPa 高度场为两脊一槽形势, 西风指数从低指数向高指数演变和副热带高压处周期性加强均不利于台风韦帕在台湾东北部海区折向偏北方向移动。(3) 地形的影响造成的趋岸左折和港湾“吸引”, 以及动力场和热力场的分布均有利于台风韦帕在台湾东北部海区折向偏西方向移动。

**关键词:** 台风路径 预报难点 环境场 地形影响

## Analysis on the Difficulties of Typhoon Wipha (0713) Path Forecast

Liu Aiming<sup>1</sup> Lin Yi<sup>1</sup> Huang Meijin<sup>1</sup> Wang Huaijun<sup>2</sup>

(1. Fujian Meteorological Observatory, Fuzhou 350001;  
2. Fujian Meteorological Technology Service Center)

**Abstract:** There is a big discrepancy of typhoon Wipha (0713) tracks forecasts by various models. The forecasts say that the typhoon Wipha (0713) would turn northward in the sea of northern Taiwan Island towards bias N in the east of  $120^{\circ}\text{E}$ , but the actual path is in the west of  $120^{\circ}\text{E}$  after landing at the coast of Zhejiang and Fujian provinces. To understand the reasons for this discrepancy, every kind of data is applied to study the possible causes. It shows that (1) the errors in the numerical prediction product are the main reasons. (2) One ridge-two troughs situation in the Eurasian 500 hPa height field, the westerly index evolution from low to high and the subtropical high index periodical enhancement are disadvantageous to typhoon Wipha turning bias N in the sea northeast of Taiwan. (3) The terrain impact shore-left changing and Harbor attraction,

as well as dynamic field and thermal field distribution led typhoon Wipha to the west in the northeast sea of Taiwan.

**Key Words:** typhoon path forecast difficult environment field terrain impact

## 引 言

0713 号台风韦帕路径从事后来看,不算非常复杂,按中央气象台的业务定位,前期基本上朝着西北方向移动,于 9 月 19 日 02 时 30 分在闽浙交界处登陆,进入福建省福鼎县境内,而于 19 日 05 时转向偏北方向移动,经浙江、安徽、江苏,进入黄海,呈抛物线型,如图 1。这是一种极为普通的路径。然而,在对这次台风路径从西北转向偏北这一转折点的预报上,国内外各家的预报误差都较大。

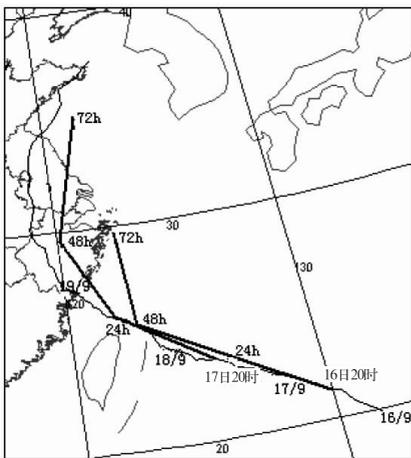


图 1 中央气象台对台风韦帕的预报  
细线:实况路径

粗线:初始场 16 日 20 时和 17 日 20 时的预报

准确预测热带气旋路径,尤其是登陆热带气旋路径,是减轻灾害的关键,也是国内外研究者一直关注的重点。近海热带气旋常因与中高纬度系统或热带低值系统遭遇,及受海岸和山脉地形的影响,路径发生偏折,针对这些方面的分析和研究,已取得不少有意义

的成果<sup>[1-4]</sup>。对于一线预报员来说,如何在实际业务中做好类似台风韦帕这类重大天气的预报,具有很重要的意义。本文通过对影响台风韦帕路径的综合分析,总结造成这种预报误差的原因,以期更好地做好台风路径预报和服务工作。

## 1 路径预报情况

图 1 给中央气象台综合预报对台风韦帕的预报路径,初始场分别是 16 日 20 时和 17 日 20 时的。总体而言,国内外各家对台风韦帕路径预报的误差都不大,对台风路径北折的趋势也都做出了正确的预报,中央气象台综合预报的误差,24 小时仅 106km、48 小时也仅 144km。问题主要是对转折点的预报存在较大的误差,比实际偏东,直到 18 日临近登陆,都是预报在台湾岛北部海上北折,在 120°E 以东向偏北方向移动,预报的登陆点随着台风的西进,从长江口擦边北上逐渐调整到在浙江中部沿海,与台风实际在浙闽交界处登陆后在 120°E 以西转向北上存在较大误差。国内外其他各家的预报也大体如此。

## 2 台风韦帕转折点预报误差的原因分析

造成台风韦帕转折点预报误差的主要原因,一是欧洲气象中心天气形势预报误差较大,造成实际预报中高估西风槽对台风北上的作用而对副高短期加强和稳定估计不足;二是未能预报出台风临近登陆前路径摆动,发生西折的情况。

### 2.1 欧洲气象中心天气形势预报误差

目前,日常预报会商的主要参考依据是欧洲气象中心的天气形势预报。欧洲中心预报 18 日西风槽将东移到沿海,槽底可达 30°N 以南,受东移西风槽影响,副热带高压将减弱东退,此时台风移到沿海,受槽前偏南气流引导转向偏北方向移动(图 2)。将欧洲中心数值预报的 580d gpm 线槽底纬度和 588d gpm 线西脊点经度分别与实况相减,24~72 小时槽底预报偏南达 2~4 个纬度;副高西脊点预报偏东达 2~4 个经度。数值预报误差是造成转折点预报偏差的主要原因之一。

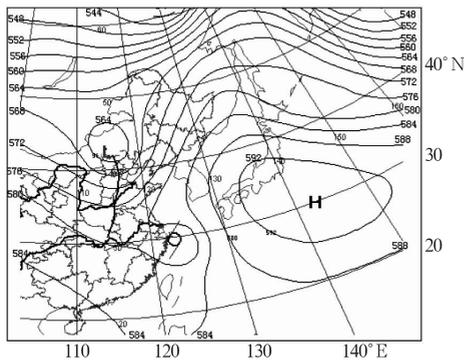


图 2 欧洲中心 2007 年 9 月 18 日 20 时 500hPa 高度预报场(初始场:9 月 15 日 20 时)

### 2.2 西风槽东移北缩

9 月 16 日“韦帕”生成时,西风槽位于贝加尔湖西侧(100°E 以西),槽底达 33°N。西风指数分析表明(图 3),在“韦帕”生成到向东南沿海靠近期间,西风指数正从低指数向高指数演变,并且其值高于常年平均值,预示着经向环流将减弱,不利于西风槽在东移中发展。实况是该西风槽在东移过程中,直到 18 日 08 时 580d gpm 的槽底还一直维持在 33°N(图 4b、c),台风与槽底相距 1265km。同时在 18 日 08 时的 500hPa 图上可见(图

4c),西风槽在东移中,出现了北支波系超前于南支波系的情形,这时,槽中具有汇合结构,脊中具有疏散结构,因而可预计槽将减弱,脊将发展。实况是 18 日 20 时 580d gpm 的槽底不是向南发展,而是向北缩了两个纬度,“韦帕”虽已移到台湾岛东北部海面,但与槽底相距 1142km,仍向西北方向移动,直到 19 日 08 时西风槽移到台风北侧,台风与槽底相距 900km 时才转向偏北方向移动。

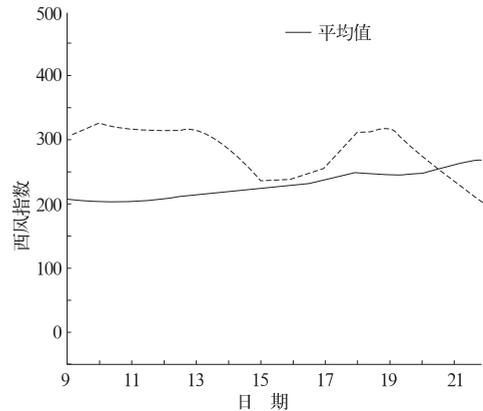


图 3 2007 年 9 月下旬西风指数演变图

### 2.3 副热带高压处周期性加强阶段

9 月 16 日“韦帕”生成时,副热带高压呈块状位于日本东南部,脊线为西北—东南向(图 4a);随着台风的西移,副高西脊点也逐日西进,且脊线调整呈东—西向(图 4b、c),位于 30°N 附近,副高并未如所预计的那样减弱东退,利于台风北上。分析表明,对副高变化预测失误的主要原因是副热带高压正处周期性加强估计不足。专家研究和预报经验表明<sup>[5]</sup>副热带高压存在着各种周期的短期振荡,这种短期振荡对台风路径,尤其是近海台风路径影响很大。由图 5 可见,“韦帕”生成后,30°N、125~140°E 处(副高脊线附近)的高度是逐日升高的,副热带高压正处周期性加强阶段,并没有因为西风槽的靠近而减弱,且在 18 日 20 时达到了最强。同时由于

西风指数正从低指数向高指数演变(图 3), 两者的耦合作用也有利于副高加强。再者, 西风槽前东移发展的高压脊与副高的叠加, 也有利于副高的稳定与加强(图 4)。云图上可见台风北侧明显的晴空区跟随台风西进, 直到登陆。

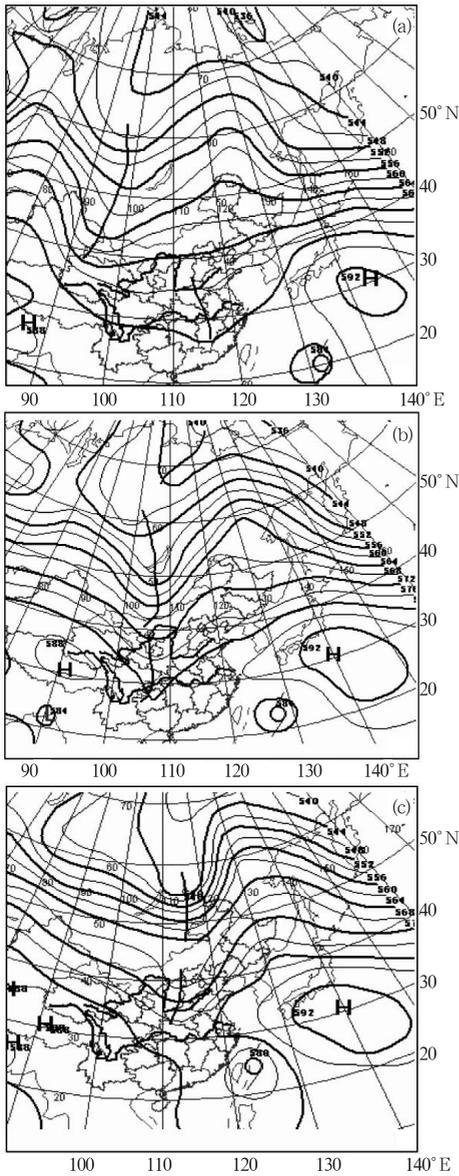


图 4 2007 年 9 月 16 日 08 时—18 日 08 时 500hPa 高度场  
(a) 9 月 16 日 08 时 (b) 9 月 17 日 08 时  
(c) 9 月 18 日 08 时

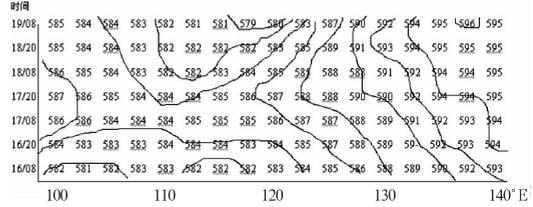


图 5 2007 年 9 月 16—19 日 30°N  
500hPa 高度时间演变图  
(单位: dgpm)

## 2.4 地形的影响

台风韦帕登陆前的路径总体是向西北移动, 但其中先后出现过多次摆动, 是预报中的疑难点, 特别是最后两次左折。

### 2.4.1 趋岸左折

9 月 18 日 06 时台风中心移到 25.6°N、122.6°E, 即在台湾省东北部海面上, 与前 6 小时和前 12 小时比较, 路径明显右偏, 移向的经纬度比为 5:6, 此时台风与浙江沿海距离有 2 个经度, 若保持此移向, 登陆点的纬度将在瑞安以北沿海(瑞安纬度 27.7°N), 但实际上 18 日 06 时台风路径发生左折, 至 19 时基本上向西北偏西方向移, 最终于 19 日 02 时 30 分在闽浙交界处登陆, 西行进入福建省福鼎县境内。分析表明, 造成这段时间路径左折的原因与台湾地形及副热带高压稳定有关。当台风移近台湾岛时, 由于前进方向的环流受岛屿摩擦加压, 气压场发生不对称结构变化, 导致前进的相反方向产生一个气压梯度力增量, 从而使台风产生一个向南移动的增量, 原来移向与增量的合成, 地形作用使台风移向左偏折<sup>[6]</sup>。当然, 并非所有移近台湾东北部的台风都会发生左折, 与环境场也有密切关系。由图 4c 可以看到, 由于副高的稳定, 台风韦帕在向西北方向移动中其东北方位的等高线更加密集, 这种不对称结构也有利于台风韦帕移动的偏西分量加大, 环境场的引导气流增强了台风韦帕的趋岸左折运动。

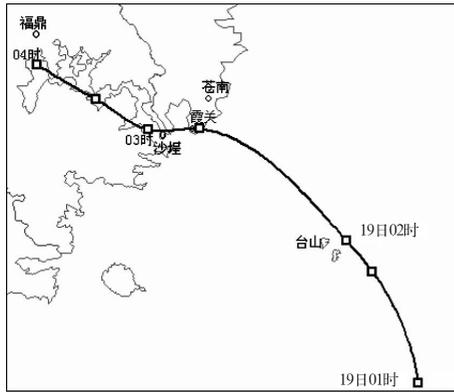


图 6 台风韦帕登陆前后  
(9月19日)逐半小时位置

#### 2.4.2 港湾“吸引”左折

台风韦帕在经过台湾岛北部海面后于 18 日 19 时又以  $25\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  的速度向西北偏北方向移动,如果此后移向不变,仍有可能在苍南以北登陆。然而在 19 日 02 时转向西北偏西移动,折向沙垵港。根据雷达和地面 10 分钟自动站资料可以确定出台风韦帕临近登陆时逐半小时的位置(图 6)。9 月 19 日 02 时台山站 ( $27^{\circ}\text{N}$ 、 $120.67^{\circ}\text{E}$ ) 正北风  $38\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,气压最低,“韦帕”中心应在其东侧,可定在  $27^{\circ}\text{N}$ 、 $120.7^{\circ}\text{E}$ ; 03 时沙垵站 ( $27.1^{\circ}\text{N}$ 、 $120.42^{\circ}\text{E}$ ) 西南偏西风  $9\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,气压最低,中心应在其西北侧的沙垵港湾内,  $27.2^{\circ}\text{N}$ 、 $120.4^{\circ}\text{E}$ 。韦帕 19 日 02 时到 03 时加速以  $35\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  左右的速度向西北偏西移动,折向沙垵港湾,说明台风韦帕在靠近沙垵港时,有突然加速折向海湾移动的事实。2006 年的台风桑美,还有 2007 年的台风罗莎也都在临近登陆时发生偏折,折进沙垵港。在登陆福建的台风中,经常有在几个比较大的港湾登陆的趋势,例如泉州湾、兴化湾、三沙湾等等。

台风在 1 小时内突然的加速西折,难以从环境流场的变化加以解释,主要还是下垫面的地理环境变化和内力变化引起的。我们

认为是以下三方面的原因:其一,台风韦帕在移近沙垵港至登陆期间,其环流的下垫面出现不均匀的改变,西北侧环流下垫面逐渐由海洋转为陆地,而东南侧环流下垫面仍是海洋,非均匀下垫面的强迫作用,引起台风流场的不对称变化,从而使台风路径产生折向。其二,移到近岸边的台风,受到的地形作用力明显是抵抗登陆指向大海的,这种抵抗力在台风越靠近沿海、地形越高时越大<sup>[7]</sup>。因此,当环境力较弱时,其登陆地点就表现出一定的选择性,即容易在港湾等低洼地区登陆。闽浙交界处地形十分复杂,霞关镇西侧有沿浦湾和沙垵港。港湾与陆面相比,摩擦更小,水汽条件更好,所以台风更容易进入对其阻挡小且又有利于其发展的港湾,就如台风易被其外区的上升运动区和温、湿不稳定层结区所“吸引”一样。其三,我们发现在台风韦帕离沙垵港东南方约  $50\text{km}$  左右时,沙垵港外本该为东北风的沙垵和霞关站却出现西北大风(图 7 下)。无独有偶,2006 年的台风桑美和 2007 年的台风罗莎临近登陆时也是这样。“桑美”更是在登陆前 18 小时,中心还位于霞关站东南偏东方约  $400\text{km}$  时,霞关就一直吹西北大风,随着“桑美”眼区靠近,霞关风速减小并顺转,“桑美”从霞关站南侧进入沙垵港(图 7 上)。2007 年台风罗莎是从南侧向沙垵港靠近的,沙垵和霞关站的风也出现了从西北转东北再转东南的变化。出现这种现象的可能原因是沙垵港湾附近的地形作用所致。沙垵港湾为西北—东南走向,其南北两侧为高山,当台风位于海上时,西高东低的气压场使位于两山之间的沙垵港湾劲吹西北风,而沙垵站和霞关站均位于西北气流的出口处,故它们的风向也是与港湾走向一致的。两侧为高山的西北—东南向的港湾效应使近地表的东北气流转为西北气流。而西北气流产生强的吹向台风中心的径向辐合,在台风中心西侧突然加强的径向辐合上升运动

导致台风偏西方向内力的增强,台风产生西折运动<sup>[8]</sup>。

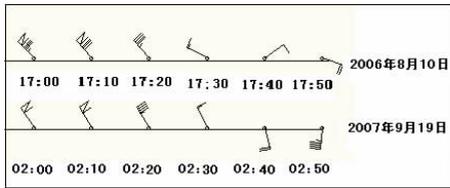


图 7 台风桑美(上)和韦帕(下)登陆前后霞关站风演变

## 2.5 动力和热力条件的影响

分析表明,9月18日的热力和动力场分布,均不利于台风韦帕在台湾岛东北部海区

右折北上。 $K$ 指数分析表明(图8a),不稳定的高值区域呈东西向分布,从台风韦帕中心指向福建中部,而台风北侧则是一比较稳定的低值区,该低值区从日本岛西部伸向浙江中南部沿海; $\theta_{sc}$ 的分析表明,从850hPa、700hPa到500hPa,台风韦帕北侧都是一低能区,高能区域也是呈东西向分布,从台风中心指向福建沿海。图8b给出850hPa、700hPa和500hPa三层 $\theta_{sc}$ 之和的分布。台风外区北侧这一低能、稳定区域是与加强稳定的副高晴空区的干空气相对应的,它的存在不利于台风韦帕转向北上,台风将避开这一区域向其外区的不稳定区域和高能区域移动<sup>[2]</sup>。

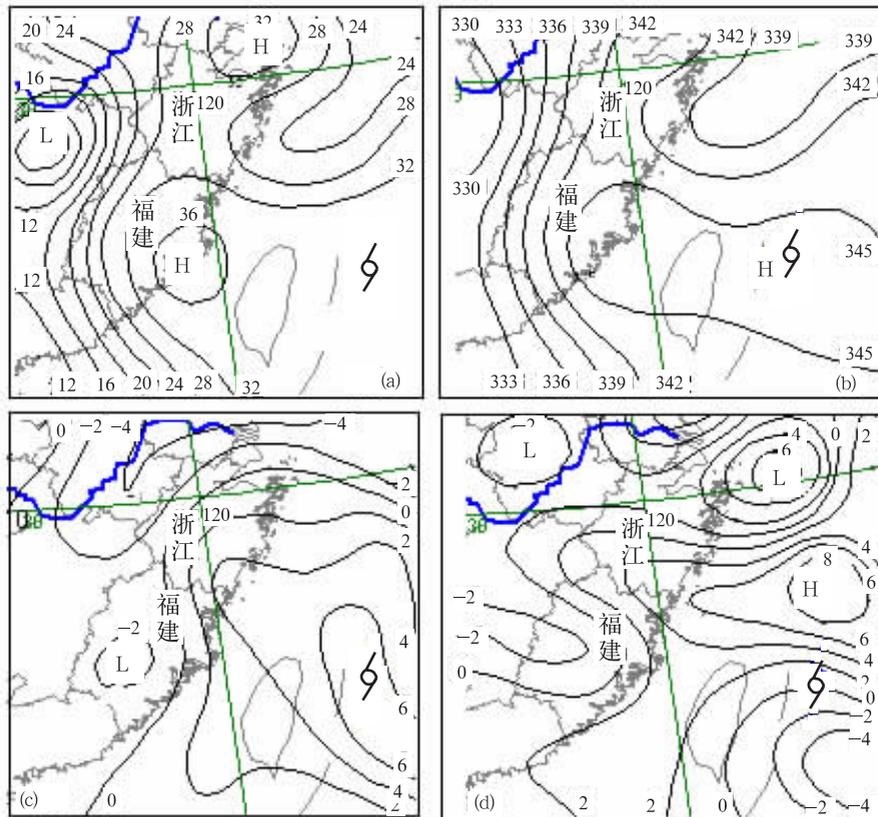


图 8 2007年9月18日08时 $K$ 指数(a,单位: $^{\circ}\text{C}$ )、 $\theta_{sc}$ (b,单位: $\text{K}$ )、500hPa涡度(c,单位: $10^{-5}\text{s}^{-1}$ )、200hPa与850hPa散度差(d,单位: $10^{-5}\text{s}^{-1}$ )

9月18日500 hPa以下各层的涡度分析表明,正涡度轴线从台风中心指向闽浙交界处(图8c);散度场分析表明,在浙江到福建沿海,低层辐合和高层辐散的最大值都在闽浙交界处,特别是高层辐散的最大值更偏向福建北部。图8d给出200hPa与850hPa散度的差值,正值越大,表明高层辐散和低层辐合越强,由图可见,高值区呈东西向指向闽浙交界处。垂直速度场分析表明,各层的上升运动区均呈东西向分布,最大上升中心在500hPa到400hPa,高值轴线有两条,分别从台风中心指向闽浙交界处和台湾海峡。动力场的分析表明,最有利于台风韦帕向闽浙交界处沿海移动。

### 3 结语

(1) 欧洲气象中心天气形势预报误差较大,西风槽底预报比实况偏南,是本次台风路径转折预报失误的主要原因。受其误导,前期路径预报偏北,在浙江中部擦边北上或登陆。这种预报思路甚至对以后路径的预报一直产生影响。

(2) 台风韦帕进入48小时警戒线后,欧亚500hPa高度场为两脊一槽形势,西风指数从低指数向高指数演变和副热带高压处周期性加强均不利于其在台湾东北部海区折向偏北方向移动。

(3) 地形的影响造成的趋岸左折和港湾

“吸引”,以及动力场和热力场的分布均有利于台风韦帕在台湾东北部海区折向偏西方向移动。

(4) 在应用数值预报时,不能只着眼于形势预报场的静态结果和台风移动路径的预报结果。更要应用天气学方法,通过有关的天气形势、物理量场和预报经验的综合分析,对数值预报结果做出订证。

(5) 由于台风预报的复杂性,在环流形势调整、台风路径变化时,预报思路也应及时调整,确保做好12~24小时内的预报决策服务。

### 参考文献

- [1] 陈联寿,罗哲贤,李英. 登陆热带气旋研究进展[J]. 气象学报,2004,10:541-548.
- [2] 罗哲贤. 弱环境流场中台风运动的若干问题[J]. 气象,1997,02:3-7.
- [3] 金荣花,高拴柱,顾华. 近31年登陆北上台风路径及成因分析[J]. 气象,2006,7:34-39.
- [4] 项续康,陆文杰,刘征. 0116号台风异常移动路径分析[J]. 气象,2003,5:34-36.
- [5] 陈瑞闪. 台风[M]. 福州:福建科学技术出版社,2002:106-119.
- [6] 陈联寿. 西太平洋台风概论[M]. 北京:科学出版社,1979:281-283.
- [7] 毛绍荣. 从9903号台风移动探讨台风登陆异常路径的条件[J]. 气象,2000,8:11-13.
- [8] 陈春忠,姚林塔,武锦霖. 台风“飞燕”登陆前后的运动特征[J]. 气象,2002,7:38-41.
- [9] 陈联寿,徐祥德,解以扬. 台风异常运动及其外区热力不稳定非对称结构的影响效应[J]. 大气科学,1997,1:83-90.